

HIGH STRENGTH ALUMINUM ALLOY CLAD PLATE EXCELLENT IN FORMABILITY**Publication number:** JP6228691**Publication date:** 1994-08-16**Inventor:** KIKUCHI MASAO; SAKUMA KOJI; HASHIMOTO NATSUKO**Applicant:** NIPPON STEEL CORP**Classification:****- International:** **B32B15/01; C22C21/00; C22C21/06; B32B15/01; C22C21/00; C22C21/06; (IPC1-7): C22C21/00; B32B15/01; C22C21/06****- European:** B32B15/01E**Application number:** JP19930016095 19930203**Priority number(s):** JP19930016095 19930203[Report a data error here](#)**Abstract of JP6228691**

PURPOSE:To obtain a high strength aluminum alloy clad plate excellent in formability by cladding an Al-Mn series alloy having a low Mn concn. with an Al-Mg series alloy having a high Mg concn.

CONSTITUTION:Al-Mg contg. 3.5 to 10% Mg is used as a core material, an Al-Mn series alloy contg. 0.8 to 1.6% Mn is used as a surface material and one side or both sides of the core material are clad with the surface material in such a manner that the thickness of the surface material is regulated to 3 to 20% to the total plate thickness per side. In this way, the high strength aluminum alloy clad plate excellent in formability can be obt'd. Moreover, the core material may be incorporated with small amounts of specified elements such as Cu, Zn, Mn, Cr, Zr, V, Fe, Si and Ti, and the surface material may be incorporated with small amounts of specified elements such as Cu, Zn, Zr, Cr, Fe, V, Ti and Si.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-228691

(43) 公開日 平成6年(1994)8月16日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 2 C 21/00	E			
B 3 2 B 15/01	C			
C 2 2 C 21/06				

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願平5-16095	(71) 出願人	000006655 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号
(22) 出願日	平成5年(1993)2月3日	(72) 発明者	菊地 正夫 千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技術開発本部内
		(72) 発明者	佐久間 康治 千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技術開発本部内
		(72) 発明者	橋本 夏子 千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技術開発本部内
		(74) 代理人	弁理士 椎名 彊 (外1名)

(54) 【発明の名称】 成形加工性に優れた高強度アルミニウム合金合わせ板

(57) 【要約】

【目的】 高Mg濃度のAl-Mg系合金に低Mn濃度のAl-Mn系合金をクラッドすることにより、成形加工性に優れた高強度アルミニウム合金合わせ板を得る。

【構成】 3.5~10%のMgを含むAl-Mgを芯材、0.8~1.6%のMnを含むAl-Mn系合金を皮材とし、かつ、皮材の厚さを片面について全板厚の3~20%として皮材の片面あるいは両面にクラッドする。これによって、成形加工性に優れた高強度アルミニウム合金合わせ板が得られる。なお、芯材には少量のCu, Zn, Mn, Cr, Zr, V, Fe, Si, Tiなど、皮材には少量のCu, Zn, Zr, Cr, Fe, V, Ti, Siなどの特定元素をそれぞれ含有させることもできる。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量%で、Mg 3.5～10%を含有し、残部がAlおよび単独で0.1%以下の不純物からなるアルミニウム合金を芯材とし、Mn 0.8～1.6%を含有し、残部がAlおよび単独で0.1%以下の不純物からなるアルミニウム合金を皮材とし、かつ、皮材の厚さは片面について全板厚の3～20%とし、芯材の片面あるいは両面にクラッドしたことを特徴とする成形加工性に優れた高強度アルミニウム合金合わせ板。

【請求項2】 芯材のアルミニウム合金に、

Cu: 0.03～1.5%

Zn: 0.03～1.5%

Mn: 0.03～0.8%

Cr: 0.03～0.5%

Zr: 0.03～0.3%

V: 0.03～0.3%

Fe: 0.05～0.5%

Si: 0.05～0.5%

Ti: 0.005～0.3%

10 うちの1種または2種以上を含有する請求項1記載のアルミニウム合金合わせ板。

【請求項3】 皮材のアルミニウム合金に、

Cu: 0.5%以下

Zn: 0.5%以下

Zr: 0.3%以下

Cr: 0.5%以下

Fe: 0.5%以下

V: 0.3%以下

Ti: 0.3%以下

Si: 0.5%以下

30 うちの1種または2種以上を含有する請求項1記載のアルミニウム合金合わせ板。

【請求項4】 芯材のアルミニウム合金に、

Cu: 0.03～1.5%

Zn: 0.03～1.5%

Mn: 0.03～0.8%

Cr: 0.03～0.5%

Zr: 0.03～0.3%

V: 0.03～0.3%

Fe: 0.05～0.5%

Si: 0.05～0.5%

Ti: 0.005～0.3%

40 うちの1種または2種以上を含有する請求項3記載のアルミニウム合金合わせ板。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は高強度で成形加工性に優れ、自動車ボディパネルをはじめ、電気機器、建築用等の成形加工用に適したアルミニウム合金合わせ板に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より、自動車のボディシートなどの成形加工用には主として冷延鋼板が用いられることが多かった。しかしながら、最近では車体軽量化の要求からアルミニウム合金板を使用することが検討され、一部使用されている。自動車のボディシートは、プレス成形を施して使用されることから高強度とともに成形加工性に優れることが要求される。これまで自動車ボディシート用アルミニウム合金としてはJIS A5052, JIS A5182, 特開昭62-27544号公報, 特公昭62-42985号公報などの合金で代表されるAl-Mg系合金, AA2036などで代表されるAl-Cu系合金, およびAA6009, AA6010などで代表されるAl-Mg-Si系合金が用いられている。これらのうち、高濃度のMgを含有するAl-Mg系合金は鋼板並みの強度が得られ、かつ成形性、耐食性に優れているため、自動車ボディパネル用として最も多く使用されている。

【0003】 しかしながら、本系合金は加工硬化指数n値が高く、鋼板と同等以上の一樣伸びを有しているにもかかわらず、局部伸びが極端に小さいため、局部変形を伴うような伸びフランジ加工や曲げ加工では鋼板に比べて成形性が劣る。大きな局部伸びは合金濃度を下げた低濃度合金や純アルミニウムで得られるが、これらの合金や純アルミニウムではボディパネルとしての強度が十分ではない。このように、自動車のボディシートなどの成形加工用アルミニウム合金板には、n値が高く、局部伸びが大きく、かつ十分な強度を有することが求められていた。特開昭62-101429号公報, 特開昭62-158032号公報および特開昭62-158033号公報では、Al-Mg系合金の表層を純アルミニウムで覆うことを特徴とする高強度で曲げ加工性に優れたアルミニウム合金合わせ板が提案されているが、純アルミニウムは軟らかいため、成形加工時あるいは取扱い時に傷がつきやすく、ボディシートの表層としては好ましくない。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は上記現状を鑑み、なされたものであり、表面に傷がつきにくくて、n値が高く、局部伸びが大きく、かつ十分な強度を有する自動車のボディシート用高成形性アルミニウム合金板を提供することを目的としたものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】 そこで、本発明者はn値が高く、かつ高強度のAl-高濃度Mg系合金に注目し、本系合金の局部伸びを改善する方法を種々検討した結果、この合金を芯材とし、これに局部伸びの大きなAl-Mn系合金を皮材としてクラッドすることによって上記目的を達成できることを見出し本発明をなすに至ったものである。すなわち、本発明は、重量%で、M

3

g: 3.5~10%を含有し、残部がAlおよび単独で0.1%以下の不純物からなるアルミニウム合金を芯材とし、Mn: 0.8~1.6%を含有し、残部がAlおよび単独で0.1%以下の不純物からなるアルミニウム合金を皮材とし、かつ、皮材の厚さは片面について全板厚の3~20%とし、芯材の片面あるいは両面にクラッドしたことを特徴とする成形加工性に優れた高強度アルミニウム合金合わせ板を提供するものである。

【0006】なお、上記芯材のAl-Mg基合金には、Mgのほかに、Cu: 0.03~1.5%, Zn: 0.03~1.5%, Mn: 0.03~0.8%, Cr: 0.03~0.5%, Zr: 0.03~0.3%, V: 0.03~0.3%, Fe: 0.05~0.5%, Si: 0.05~0.5%, Ti: 0.005~0.3%のうちの1種または2種以上を含有することができ、また上記皮材のAl-Mn基合金には、Mnのほかに、Cu: 0.5%以下、Zn: 0.5%以下、Zr: 0.3%以下、Cr: 0.5%以下、Fe: 0.5%以下、V: 0.3%以下、Ti: 0.3%以下、Si: 0.5%以下のうちの1種または2種以上を含有することができる。以下に本発明を詳細に説明する。

【0007】

【作用】本発明はn値が高く、高強度のAl-高濃度Mg系合金を芯材とし、その表層に局部伸びの大きなAl-Mn系合金を皮材としてクラッドすることによって成形性に優れた高強度アルミニウム合金合わせ板を提供するものである。芯材および皮材のアルミニウム合金としては、基本的には、それぞれAl-高濃度Mg系合金およびAl-Mn系合金であればよいが、その成分組成の限定理由を次に述べる。

【0008】まず、芯材の成分組成の限定理由を述べる。芯材としてはn値が高く、かつ高強度であることが要求される。そのためにはAl-高濃度Mg系合金を芯材として使用する。Mgは強度とともに、均一伸び、n値を向上させる元素であり、成形加工用アルミニウム合金の基本となる元素であるが、含有量が3.5%未満ではその効果は小さく、10%を越えると溶解時の酸化、圧延性の低下など製造性が著しく低下する。したがって、Mgの含有量は3.5~10%とした。ZnおよびCuはいずれも強度向上に有効な元素であり、いずれか一方あるいは双方が必要に応じて添加されるが、0.03%未満ではその効果は十分ではなく、1.5%を越えると耐食性が低下するとともに成形性も低下する。よって、ZnおよびCuの含有量は0.03~1.5%とした。

【0009】Mn, Cr, ZrおよびVはいずれも結晶粒を微細化、安定化するとともに強度を向上させる効果を有する元素であり、必要に応じて1種または2種以上が添加される。この場合、いずれの元素も0.03%未満では上記の効果は得られず、一方、Mnが0.8%、

4

Crが0.5%、ZrおよびVが0.3%をそれぞれ越えると上記の効果は飽和する上に、成形性を低下させる。よって、Mnの含有量は0.03~0.8%、Crの含有量は0.03~0.5%、ZrおよびVの含有量はそれぞれ0.03~0.3%とした。

【0010】FeおよびSiは本来不可避的不純物であるが、上記のMn, Cr, Zr, V等と同様の効果を有しており、必要に応じていずれか一方あるいは双方が添加される。この場合、いずれも0.05%未満では上記の効果は得られず、0.5%以上では上記の効果は飽和する上に、Al-Fe-Si系の金属間化合物を生成し、成形性を低下させる。よって、FeおよびSiの含有量はいずれも0.05~0.5%とした。Tiは一般に鑄塊の結晶粒微細化のため、単独あるいは微量のBと組み合わせて添加される。この場合、Tiの含有量が0.005%未満では上記の効果は得られず、0.3%を越えるとその効果は飽和する。したがって、Tiの含有量は0.005~0.3%とした。

【0011】次に、皮材の成分組成の限定理由を述べる。皮材は局部伸びを向上させるものであり、芯材よりも局部伸びが大きく、かつ自動車のボディシート材として最低限の表面硬さを有していることが要求される。そのためにはAl-Mn系合金を使用するのがよい。Mnは硬さを向上させるのに有効な元素であり、ボディシート材としての最低限の表面硬さを確保するために添加される。その効果は0.6%未満では不十分であり、1.6%を越えると局部伸びを著しく低下させる。したがって、Mgの含有量は0.5~1.6%とした。

【0012】ZnおよびCuは硬さの向上に有効な元素であり、必要に応じて1種または2種が添加されるが、0.5%を越えると局部伸びの低下が著しい。よって、ZnおよびCuの含有量は0.5%以下とした。Cr, Zr, V, FeおよびSiはいずれも結晶粒を微細化、安定化するとともに硬さの向上に有効な元素であり、必要に応じて1種または2種以上が添加されるが、Cr, FeおよびSiが0.5%、ZrおよびVが0.3%をそれぞれ越えると局部伸びの低下が大きくなる。そのため、Mnの含有量は0.8%以下、Cr, FeおよびSiの含有量は0.5%以下、そしてZrおよびVの含有量は0.3%以下とした。

【0013】Tiは鑄塊の結晶粒微細化のため、単独あるいは微量のBと組み合わせて添加されるが、0.3%を越えると他の元素と同様、局部伸びを大きく低下させる。よって、Tiの含有量は0.3%以下とした。さらに、皮材の厚さは強度と成形性のバランスに重要な影響を及ぼす。皮材の厚さが片面につき全板厚の3%未満では強度の低下は小さいが、局部伸び、ひいては成形性の向上がなく、また、20%を越えると強度の低下が著しい。したがって、皮材の厚さは片面につき全板厚の3~20% (クラッド率) とするのがよい。クラッドの方法

5

としては、通常行われている方法でよく、例えば、熱間圧延法、鋳込み複層法、爆着法等が利用できる。

【0014】

【実施例】次に、本発明の実施例を以下に示す。

実施例1

表1および表2に示す化学成分を有する芯材および皮材用の各合金について常法により、溶解、鋳造し、得られた鋳塊を面削、均質化処理を施した後、芯材用合金は板厚4.5mmに、皮材用合金は板厚2.5mmにそれぞれ熱間圧延した。得られた芯材用合金板の両面に皮材用合金板を重ね合わせ、熱間圧延によってクラッドした後、冷間圧延および最終焼鈍を施すことによって板厚1mm、クラッド率10%の本発明アルミニウム合金合わせ

6

板および比較材の合わせ板を作成した。また、芯材用合金板の一部は比較用として単独で熱間圧延、冷間圧延および最終焼鈍を施すことによって板厚1mmのアルミニウム合金板とした。表3および表4に、このようにして得られた各種合金の組み合わせによるアルミニウム合金合わせ板および芯材のみの引張試験および曲げ試験の結果を示す。表3および表4から明らかなように、本発明による高強度アルミニウム合金合わせ板は、比較材の合わせ板および芯材単独のものに比較して、成形性に優れ、高強度も維持していることがわかる。

【0015】

【表1】

10

表 1

		合金 No.	化 学 成 分 (wt%)									
			Mg	Si	Fe	Cu	Mn	Cr	Zn	Zr	V	Ti
芯 <												

【0 0 1 6】

40 【表2】

表 2

	合金 No.	化 学 成 分 (wt%)										
		Mg	Si	Fe	Cu	Mn	Cr	Zn	Zr	V	Ti	Al
皮 材	0-1	-	0.10	0.11	0.01	0.8	0.04	-	-	-	0.01	残部
	0-2	-	0.09	0.10	"	1.0	0.04	-	-	-	0.20	"
	0-3	-	0.10	0.10	"	1.2	0.04	-	-	-	0.01	"
	0-4	-	0.08	0.09	0.40	"	-	-	-	-	"	"
	0-5	-	0.10	0.11	0.02	"	-	0.45	-	-	"	"
	0-6	-	0.08	0.09	0.01	"	0.05	-	0.20	-	"	"
	0-7	-	"	"	"	"	0.40	-	-	0.10	"	"
	0-8	-	0.20	0.45	"	"	0.04	-	-	-	"	"
	0-9	-	0.40	0.25	0.03	"	-	-	0.05	0.08	"	"
	0-10	-	0.08	0.09	0.01	1.5	-	-	0.20	-	"	"
	0-11	-	0.16	0.20	0.20	0.5	0.10	0.20	0.05	0.06	"	"
	0-12	-	1.0	0.80	0.01	1.2	0.05	-	0.25	0.05	"	"
	0-13	-	0.12	0.15	2.0	"	-	1.5	-	-	"	"
	0-14	-	0.08	0.09	0.01	"	0.35	-	0.40	-	"	"
	0-15	-	0.10	0.12	"	2.0	0.40	-	-	-	"	"

【0017】

【表3】

表 3

	組み合わせ		引張強さ (N/mm ²)	0.2%耐力 (N/mm ²)	一様伸び (%)	局部伸び (%)	全伸び (%)	n 値	180° 曲げ 試験最小 内側半径
	芯材	皮材							
本 発 明 材	I-1	0-3	251	102	27.5	11.1	38.6	0.32	0~0.5t
	I-2	"	261	107	28.5	11.0	39.5	0.33	"
	I-3	"	262	107	29.0	11.0	40.0	0.34	"
	I-4	"	266	107	29.4	11.1	40.5	0.34	"
	I-5	"	269	108	29.3	11.0	40.3	0.34	"
	I-6	"	272	114	29.3	10.6	39.9	0.34	"
	I-7	"	270	110	29.5	10.8	40.3	0.35	"
	I-8	"	270	109	29.3	10.7	40.0	0.34	"
	I-9	"	268	107	29.4	10.8	40.2	0.34	"
	I-10	"	267	107	29.5	10.9	40.4	0.35	"
	I-11	"	266	106	29.4	10.9	40.3	0.34	"
	I-12	"	274	113	31.1	11.1	42.2	0.36	"
	I-13	"	289	125	31.6	11.1	42.7	0.37	"
	I-14	"	294	127	32.1	11.0	43.1	0.38	"
	I-15	"	307	135	33.2	11.1	44.3	0.39	"
比 較 材	I-16	"	190	80	22.6	8.1	30.7	0.28	0.5t
	I-17	"	279	122	24.9	6.3	31.2	0.29	1.0t
	I-18	"	272	116	24.8	6.8	31.6	0.29	1.0t
	I-19	"	278	116	25.6	6.6	32.2	0.29	1.0t

t:板厚

【0018】

40 【表4】

表 4

	組み合わせ		引張強さ	0.2%耐力	一様伸び	局部伸び	全伸び	n値	180° 曲げ 試験最小 内側半径
	芯材	皮材	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(%)	(%)	(%)		
本 発 明 材	I-4	O-1	265	107	29.6	11.5	41.1	0.36	0t
	"	O-2	266	108	29.4	11.0	40.4	0.34	0~0.5t
	"	O-3	266	108	29.4	10.9	40.3	0.34	"
	"	O-4	266	107	29.5	10.7	40.2	0.35	"
	"	O-5	267	109	29.4	10.6	40.0	0.34	"
	"	O-6	266	107	29.5	10.9	40.5	0.36	"
	"	O-7	266	108	29.4	10.5	39.9	0.34	"
	"	O-8	267	109	29.3	10.3	39.6	0.32	0.5t
	"	O-9	267	108	29.4	10.2	39.6	0.34	"
	"	O-10	266	108	29.4	10.5	39.9	0.34	0~0.5t
比 較 材	"	O-12	268	109	29.5	2.4	31.9	0.35	2.5t
	"	O-13	267	108	29.4	2.6	32.0	0.34	2.0t
	"	O-14	267	109	29.3	2.6	31.9	0.33	"
	"	O-15	268	109	29.2	2.9	32.1	0.32	"
	I-1	-	267	113	27.2	4.8	32.0	0.32	1.5t
	I-2	-	278	119	28.3	4.7	33.0	0.33	"
	I-4	-	284	118	29.3	4.8	34.1	0.34	"
	I-13	-	310	138	32.7	4.8	36.5	0.38	"

t:板厚

【0019】実施例2

表1および表2に示す合金のうち合金No. I-4とO-3について常法により、溶解、鑄造し、得られた鑄塊を面削、均質化処理を施した後、芯材用合金のNo. I-4は板厚4.0mmに、皮材用合金のNo. O-3は板厚2~5mmにそれぞれ熱間圧延した。得られた芯材用合金板の片面あるいは両面に皮材用合金板を重ね合わせ、熱間圧延によってクラッドした後、冷間圧延および最終焼鈍を施すことによって板厚1mmの本発明アルミニウム合金合わせ板および比較材の合わせ板を作成し

た。表5にクラッド率と引張試験および曲げ試験の結果の関係を示す。表4から明らかなように、クラッド率が3%未満では強度の低下はほとんどないが、局部伸びが小さく、曲げ性に劣る。また、クラッド率が20%を越えると局部伸びおよび曲げ性は向上するが、強度の低下が著しい。このように、本発明の範囲である3~20%のクラッド率の時に強度と成形性が両立されることがわかる。

【0020】

【表5】

表 5

	クラッド率 (%)		引張強さ (N/mm ²)	0.2%耐力 (N/mm ²)	一様伸び (%)	局部伸び (%)	全伸び (%)	n 値	180° 曲げ試験 最小内側半径
本 発 明 材	片 面	5	273	113	29.4	10.6	40.0	0.32	0~0.5t
		15	257	108	29.5	11.0	40.5	0.34	〃
	両 面	5	275	114	29.5	10.7	40.2	0.33	〃
		10	266	108	29.4	10.9	40.3	0.34	〃
		20	248	102	29.5	11.1	40.6	0.34	〃
比 較 材	両 面	1	282	117	29.3	5.5	34.8	0.32	1.5t
		25	239	98	29.6	10.3	39.9	0.33	0~0.5t

t:板厚

【0021】実施例3

表1に示す合金No. I-1, I-4, I-15およびI-20について常法により、溶解、鑄造し、得られた鑄塊を面削、均質化処理を施した後、熱間圧延試験を行った。表6に圧延試験結果を示す。表6から明らかなように、Mg含有量とともに熱間圧延性は低下し、10%未満では熱延可能であるが、10%を越えると割れが生じ、芯材用の素材が製造できないことがわかる。

【0022】

【表6】

表 6

	合金	圧 延 性	圧 延 状 況
本 発 明 材	I-1	○	良好
	I-4	○~△	ほぼ良好
	I-15	△	若干エッジ割れ有り
比 較 材	I-20	×	わに口割れ

【0023】実施例4

表1および表2に示す合金のうち合金No. I-4, 0-3, 0-10および0-11について常法により、溶解、鑄造し、得られた鑄塊を面削、均質化処理を施した後、芯材用合金は板厚4.0mmに、皮材用合金は板厚2.5mmにそれぞれ熱間圧延した。得られた芯材用合金板の両面に皮材用合金板を重ね合わせ、熱間圧延によってクラッドした後、冷間圧延および最終焼鈍を施すことによって板厚1mm、クラッド率10%の本発明アルミニウム合金合わせ板および比較材の合わせ板を作成した。表7に、このようにして得られたアルミニウム合金

合わせ板の表面硬さ試験結果およびカップ成形による傷つき程度を示す。表7から明らかなように、本発明材は、比較材(Mn含有量が0.6%未満)より表面硬さが高く、傷の問題がないことがわかる。

【0024】

【表7】

表 7

	組み合わせ		表面硬さ	カップ成形 による傷つ きの程度
	芯材	皮材	Hv	
本 発 明 材	I-4	0-3	35	○
	"	0-10	42	◎
比 較 材	"	0-11	19	×

【0025】

【発明の効果】以上の説明のように、本発明による高強度アルミニウム合金合わせ板は成形加工時あるいは取扱いに傷がつきにくくて、n値が高く、局部伸びが大きく、かつ高強度を有することから、自動車のボディパネルをはじめ、電気機器、建築用等の成形加工用アルミニウム合金板として傷つきの心配もなく、広く使用できるものである。

【手続補正書】

【提出日】平成5年11月9日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0023

【補正方法】変更

【補正内容】

【0023】実施例4

表1および表2に示す合金のうち合金No. I-4, 0-3, 0-10および0-11について常法により、溶解、鑄造し、得られた鑄塊を面削、均質化処理を施した後、芯材用合金は板厚40mmに、皮材用合金は板厚2.5mmにそれぞれ熱間圧延した。得られた芯材用合

金板の両面に皮材用合金板を重ね合わせ、熱間圧延によってクラッドした後、冷間圧延および最終焼鈍を施すことによって板厚1mm、クラッド率10%の本発明アルミニウム合金合わせ板および比較材の合わせ板を作成した。表7に、このようにして得られたアルミニウム合金合わせ板の表面硬さ試験結果およびカップ成形による傷つき程度を示す。なお、カップ成形による傷つき程度は、◎：傷つきなし、：傷つき微少、×：傷つき多、で表した。表7から明らかなように、本発明材は、比較材（Mn含有量が0.6%未満）より表面硬さが高く、傷の問題がないことがわかる。